

Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL)

AMCIS 2007 Proceedings

Americas Conference on Information Systems
(AMCIS)

December 2007

Estudio Exploratorio de la Distribucion Espacial de los Estudiantes de Ingenieria de Una Universidad Privada en la Ciudad de Mexico

Marcelo Mejia
ITAM

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/amcis2007>

Recommended Citation

Mejia, Marcelo, "Estudio Exploratorio de la Distribucion Espacial de los Estudiantes de Ingenieria de Una Universidad Privada en la Ciudad de Mexico" (2007). *AMCIS 2007 Proceedings*. 79.
<http://aisel.aisnet.org/amcis2007/79>

This material is brought to you by the Americas Conference on Information Systems (AMCIS) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in AMCIS 2007 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE UNA UNIVERSIDAD PRIVADA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Marcelo Mejía

Instituto Tecnológico Autónomo de México
marcelo@itam.mx

Quauhtli Martínez

Instituto Tecnológico Autónomo de México
quauhtlimtz@gmail.com

Resumen

Este artículo presenta un estudio exploratorio sobre la distribución geográfica de estudiantes de Ingeniería en el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Basándose en la visualización de la ubicación de los alumnos actuales, la distribución de la población en las delegaciones del Distrito Federal y la localización de las universidades competencia el estudio sugiere que la distancia de los hogares de los candidatos potenciales a ingresar al Instituto y su nivel socio económico son dos factores de decisión en la selección de inscripción a una universidad.

Palabras clave

Distribución espacial, GIS, estudiantes de Ingeniería, Ciudad de México.

Introducción

El aumento considerable en el número de universidades que ofrecen estudios a nivel licenciatura en la Ciudad de México, el bajo crecimiento económico del país y el desinterés creciente de los alumnos del nivel bachillerato por estudiar una carrera de Ingeniería ha creado un nivel de competencia alto por atraer estudiantes talentosos a las universidades privadas. En este contexto, el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) ha realizado diversos proyectos para tratar de enfocar sus esfuerzos de promoción. El presente trabajo se enmarca dentro de estos esfuerzos y utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) complementa un estudio anterior (Barrera 2000) que identificó, por medio de técnicas de inteligencia artificial, las escuelas preparatorias (bachilleratos) de las cuales provienen los alumnos de mayor potencial para las carreras de Ingeniería.

Los SIG se han utilizado con éxito en una gran variedad de áreas dentro de las empresas (Pick 2005) y también en aplicaciones relacionadas con la inscripción de estudiantes a escuelas en los Estados Unidos. Uno de los primeros trabajos en este campo relacionó un sistema de información que contenía características de los estudiantes y sus direcciones con una base de datos geográfica para hacer proyecciones de corto plazo en el número de inscripciones por grado y grupo étnico en áreas geográficas pequeñas en la ciudad de Iowa (Rushton et al. 1995). En otro trabajo pionero, investigadores de la Universidad Estatal de Ohio (Marble et al. 1995) lanzaron en 1995 un estudio para explorar la factibilidad del uso de tecnología SIG en su proceso de admisión mediante la codificación geográfica de datos provenientes de las 80,000 solicitudes de información y de admisión que procesaron en los dos años anteriores. Dos años después, elaboraron un modelo conceptual del proceso de admisión, identificaron áreas de oportunidad para los SIG y analizaron la estructura demográfica y geográfica de los candidatos (Herries and Marble 1997). Como resultado de estos esfuerzos, identificaron los perfiles geodemográficos de los candidatos que con mayor probabilidad se inscribirán a la universidad (Marble et al. 1997). Por su parte, un estudio cartográfico de las áreas de mercado de las 14 universidades del sistema estatal de educación superior de Pennsylvania mostró que cada universidad domina su área local (Martin 2000). Investigadores de la Universidad Estatal de Bowling Green constataron también el impacto que tiene la distancia a la universidad en el número de estudiantes inscritos y analizaron qué condados del estado de Ohio proveen a su universidad de más (o menos) estudiantes que los esperados, tomando en cuenta la población que tienen y la distancia a la que se encuentran (Zhou and Wu 2000). La Universidad de Kutztown en Pennsylvania utilizó un SIG para identificar en qué áreas debía enfocar sus esfuerzos de reclutamiento de minorías e incorporó en el cálculo del número esperado de estudiantes el tiempo de transporte a la universidad en lugar de la distancia en línea recta (Martin 2001; Martin 2002). De la misma manera, el campus de Pomona de la Universidad de DeVry (Price 2004) utilizó un SIG para analizar los datos históricos de sus estudiantes y datos públicos de California para identificar, dentro de un radio geográfico determinado, las preparatorias que serían el objetivo de sus esfuerzos de reclutamiento. La Universidad Estatal de California en Dominguez Hills utiliza datos sobre la matrícula de preparatorias y colegios comunitarios, y las tendencias recientes en

solicitudes a campus cercanos para determinar las características geodemográficas de candidatos futuros posibles que guíen iniciativas de reclutamiento y desarrollo de programas académicos (Christie and Ferris 2004).

Las ideas presentadas en los estudios relacionados con el uso de SIGs en universidades de Estados Unidos pueden combinarse y adaptarse al entorno de una universidad privada en la Ciudad de México para visualizar y entender la distribución geográfica de los alumnos del ITAM. En la siguiente sección del artículo se presentan los objetivos del trabajo. Posteriormente se describe la metodología utilizada en la investigación y se reportan los principales resultados obtenidos. Finalmente, se presentan algunas conclusiones del estudio.

Objetivo

El propósito del presente artículo es estudiar la distribución espacial de los alumnos inscritos actualmente en un programa de Ingeniería en el ITAM con el objetivo de analizar nuestro mercado y enfocar mejor los esfuerzos locales de promoción. Sabiendo que los estudiantes del ITAM que viven en la Ciudad de México viven en casa de sus padres mientras cursan sus estudios de Ingeniería, la pregunta de investigación que se quiere responder es: ¿qué tan importante es la distancia a la que se encuentra del ITAM el hogar de un alumno de preparatoria en su decisión de inscripción a alguno de los programas de Ingeniería que ofrece el Instituto? Se analizan las siguientes interrogantes: ¿en qué parte de la Ciudad de México se encuentran concentrados los alumnos actuales? ¿Cómo afecta en el número de alumnos esperados por cada una de las 16 delegaciones políticas en que se encuentra dividido el Distrito Federal la distancia a la que se encuentra, su población total, o su población en edad universitaria? ¿Existe alguna relación entre el porcentaje de alumnos de Ingeniería en el ITAM pertenecientes a cada delegación con su cercanía y/o nivel socioeconómico?

Metodología

En base al objetivo del trabajo y a la revisión de la literatura especializada, se definieron los datos que deberían reunirse para realizar el estudio. Estos datos se obtuvieron de diferentes fuentes. Primeramente se realizó una encuesta vía Web a los alumnos de Ingeniería del ITAM para obtener las coordenadas geográficas de su casa y de su preparatoria de procedencia. La encuesta se aplicó en una prueba piloto a un grupo reducido de alumnos y a los Directores de los programas de Ingeniería para mejorar la información de la página y su usabilidad. Los alumnos utilizaron Google Earth para obtener las coordenadas pedidas. De los 96 alumnos que contestaron la encuesta, sólo 43 proporcionaron datos correctos dentro de los campos de latitud y longitud, los demás registros se consideraron inválidos debido a que la latitud y la longitud eran iguales a los límites permitidos por la página. Este número representa el 10% de la población total. Para obtener más datos, se obtuvo del sistema de administración escolar el código postal de los hogares de todos los alumnos de Ingeniería y de su preparatoria de procedencia. Estos datos de localización son menos precisos que los obtenidos mediante la encuesta pero incluyen al universo completo de la población estudiada. Por otro lado, se obtuvo información estadística del Mapa Mercadológico de la Ciudad de México (2004) y del Sistema Municipal de Base de Datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Historia (en línea). La información obtenida para cada delegación política del Distrito Federal incluye la población total, la población entre 18 y 25 años, la población que estudia Ingeniería, y la población en cada nivel socioeconómico (en orden decreciente: A/B, C+, C, D+, D, E). A partir de los datos recolectados se procedió a visualizar la información por medio de mapas (en MapPoint de Microsoft), tablas y gráficas (en Excel). Esta visualización permitió encontrar patrones sencillos en la información y analizarlos para contestar las interrogantes de investigación.

Resultados y discusión

Como se muestra en la Figura 1, el ITAM se encuentra en el sur poniente de la mancha urbana de la zona metropolitana del Valle de México, constituida por las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, 40 municipios del Estado de México y 1 municipio del Estado de Hidalgo (CONAPO 2003). La mayor parte de los alumnos de Ingeniería se distribuyen en el Distrito Federal como se observa en la Figura 2. Algunas de las zonas “vacías” en el mapa pueden explicarse por la presencia del aeropuerto, de la Ciudad Universitaria, de grandes parques, y de zonas industriales donde no hay asentamientos de población. Sin embargo, en el resto del mapa existen zonas donde existe mayor densidad de población de alumnos que en otras. Para estudiar esta diferencia de densidad, se analizan los datos con los que contamos.

Primeramente, se estudian los datos provenientes de la encuesta Web aplicada. Se trata entonces de una muestra de la población con datos exactos de distancia. El histograma de la Figura 3 muestra que mientras mayor es la distancia entre los hogares de los alumnos y el ITAM, menor es el número de alumnos inscritos en los programas de Ingeniería. Con el propósito de saber si los alumnos que vivieron cerca de su preparatoria decidieron entrar al ITAM dado que también

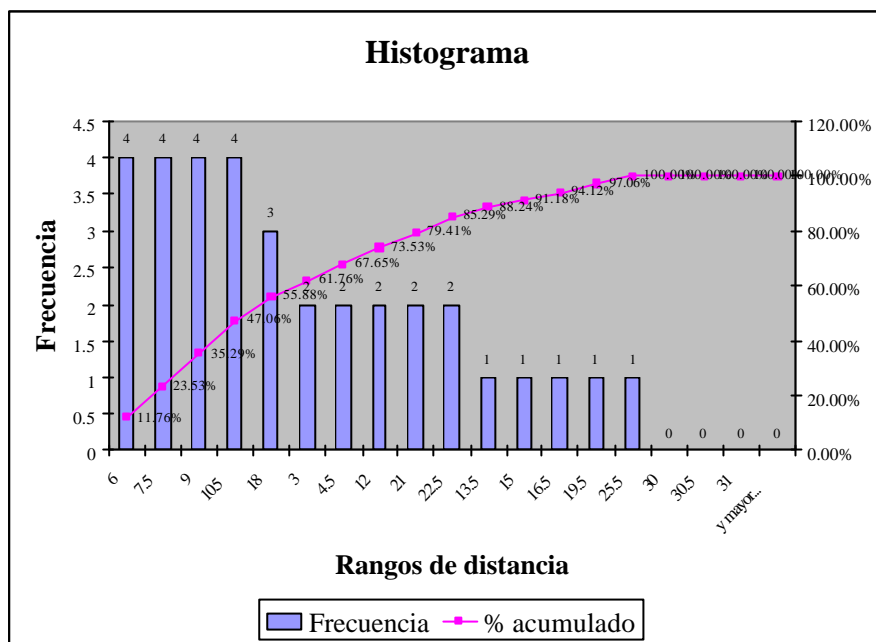


Figura 3. Histograma de distancias de hogares al ITAM y número de alumnos inscritos

Para continuar con el análisis del efecto que tiene la distancia al ITAM en el número de alumnos inscritos se utilizan los datos disponibles a nivel delegación política del Distrito Federal y los datos de ubicación de todos los alumnos de Ingeniería que viven en estas delegaciones.

Tabla 1. Porcentaje de alumnos por delegación

Delegación	Número de alumnos	Porcentaje de alumnos	Población total	Porcentaje de la población	Población total entre 15 y 24 años	Porcentaje de población de 15 a 24 años
Álvaro Obregón	82	19.34%	687.020	8%	134.115	8.22%
Coyoacán	66	15.57%	640.423	7%	121.634	7.46%
Benito Juárez	60	14.15%	360.478	4%	56.718	3.48%
Tlalpan	50	11.79%	581.781	7%	117.415	7.20%
Gustavo A. Madero	30	7.08%	1.235.542	14%	232.379	14.25%
La Magdalena Contreras	22	5.19%	222.050	3%	43.129	2.64%
Cuauhtémoc	21	4.95%	516.255	6%	90.941	5.58%
Iztapalapa	21	4.95%	1.773.343	21%	352.753	21.63%
Miguel Hidalgo	19	4.48%	352.640	4%	63.542	3.90%
Venustiano Carranza	14	3.30%	462.806	5%	82.942	5.09%
Xochimilco	14	3.30%	369.787	4%	73.683	4.52%
Iztacalco	11	2.59%	411.321	5%	74.652	4.58%
Azcapotzalco	10	2.36%	441.008	5%	80.198	4.92%
Cuajimalpa	3	0.71%	151.222	2%	29.748	1.82%
Tláhuac	1	0.24%	302.790	4%	57.957	3.55%
Milpa Alta	0	0.00%	96.773	1%	19.060	1.17%
Total	424	100.00%	8.605.239	100%	1.630.866	100.00%

En la Tabla 1 se aprecia que las cuatro delegaciones con mayor participación se encuentran cerca del ITAM: misma delegación, Álvaro Obregón, o delegación colindante, Coyoacán, Benito Juárez y Tlalpan. En el orden de participación hay dos casos que no concuerdan con la explicación de cercanía. Gustavo A. Madero, en el quinto lugar, que está lejos del ITAM y La Magdalena Contreras, en el sexto lugar, que está muy cerca. Esta variación podría explicarse por el porcentaje de la población total que habita en esas delegaciones: Gustavo A. Madero es la segunda delegación más

poblada, mientras que en La Magdalena Contreras sólo habita el 3% de la población del Distrito Federal. Dado que Iztapalapa es la delegación con mayor población, su posición después de Gustavo A. Madero debe explicarse en función no sólo de la distancia y del número de habitantes. En la tabla 1 también se observa que no es necesario considerar sólo el rango de edades entre 15 y 24 años de la población en cada delegación ya que los porcentajes en este intervalo son similares a los porcentajes totales.

La Tabla 2 muestra la participación del ITAM en los alumnos que estudian Ingeniería o Tecnología en cada delegación. Estos resultados refuerzan la hipótesis de localidad, ya que el porcentaje de participación del ITAM es mayor en las delegaciones cercanas al Instituto, incluyendo a La Magdalena Contreras.

Tabla 2. Participación del ITAM entre la población que estudia Ingeniería y Tecnología

Delegación	Total de la población de 18 años y más que estudia ingeniería y tecnología	Número de alumnos inscritos	Porcentaje de Participación	Porcentaje de alumnos inscritos	Porcentaje de la población de 18 años y más que estudia ingeniería y tecnología
Álvaro Obregón	19,678	82	0.42%	19.34%	7.21%
Coyoacán	31,325	66	0.21%	15.57%	11.47%
Benito Juárez	25,308	60	0.24%	14.15%	9.27%
Tlalpan	20,883	50	0.24%	11.79%	7.65%
Gustavo A. Madero	38,324	30	0.08%	7.08%	14.04%
La Magdalena Contreras	5,623	22	0.39%	5.19%	2.06%
Cuauhtémoc	18,741	21	0.11%	4.95%	6.86%
Iztapalapa	34,636	21	0.06%	4.95%	12.69%
Miguel Hidalgo	16,636	19	0.11%	4.48%	6.09%
Venustiano Carranza	13,209	14	0.11%	3.30%	4.84%
Xochimilco	8,936	14	0.16%	3.30%	3.27%
Iztacalco	12,360	11	0.09%	2.59%	4.53%
Azcapotzalco	17,318	10	0.06%	2.36%	6.34%
Cuajimalpa	4,222	3	0.07%	0.71%	1.55%
Tláhuac	4,796	1	0.02%	0.24%	1.76%
Milpa Alta	1,051	0	0.00%	0.00%	0.38%
Total	273,046	424	0.16%	100%	100.00%

Si se considera el nivel socioeconómico de sus habitantes, pueden ordenarse las delegaciones por el porcentaje de la población de mayores ingresos (A/B) que las habitan. La tabla 3 muestra este porcentaje. Se puede observar, por ejemplo, que el 18.43% de la población que pertenece al nivel más alto vive en la delegación Coyoacán, mientras que sólo el 0.02% habita en Milpa Alta. Las cinco delegaciones en las que vive el mayor porcentaje de la población A/B concuerdan con las cinco delegaciones de las que hay más alumnos de Ingeniería en el ITAM, aunque en distinto orden.

Tabla 3. Porcentaje de población en los niveles socioeconómicos más altos

Delegación	Población total	Población A/B	Población C+	Porcentaje de la población A/B	Porcentaje de la población C+	Porcentaje de la población A/B o C+
Coyoacán	683,087	141,118	183,968	18.43%	13.50%	15.27%
Benito Juárez	360,962	119,725	150,890	15.63%	11.07%	12.71%
Tlalpan	637,685	82,185	121,373	10.73%	8.91%	9.56%
Gustavo A. Madero	1,279,245	73,954	163,436	9.66%	11.99%	11.15%
Álvaro Obregón	727,684	72,710	108,997	9.49%	8.00%	8.54%
Iztapalapa	1,794,190	54,174	162,740	7.07%	11.94%	10.19%
Miguel Hidalgo	346,190	51,770	82,037	6.76%	6.02%	6.29%
Cuauhtémoc	513,382	39,084	86,380	5.10%	6.34%	5.89%
Azcapotzalco	451,618	33,036	90,104	4.31%	6.61%	5.78%
Xochimilco	409,556	20,583	36,738	2.69%	2.70%	2.69%
La Magdalena Contreras	234,261	19,368	29,617	2.53%	2.17%	2.30%
Cuajimalpa	158,502	18,039	19,880	2.36%	1.46%	1.78%
Venustiano Carranza	486,735	17,102	51,443	2.23%	3.77%	3.22%
Iztacalco	418,040	14,123	42,048	1.84%	3.09%	2.64%
Tláhuac	318,252	8,677	29,703	1.13%	2.18%	1.80%
Milpa Alta	96,927	143	3,466	0.02%	0.25%	0.17%
Total	8,916,316	765,791	1,362,820	100.00%	100.00%	100.00%

Con el análisis de la información estadística y geográfica llevado a cabo en esta sección es posible conocer la influencia que tienen las variables de cercanía y nivel de ingresos los cuales son factores que influyen de manera considerable en la inscripción a alguno de los programas de Ingeniería del ITAM. Con el objetivo de dar un sustento formal a esta relación se calcularon los modelos de regresión múltiple para identificar estadísticamente la naturaleza y la fuerza de la relación entre la variable dependiente “número de alumnos inscritos” contra las variables independientes “población con nivel socioeconómico tipo A/B y tipo C+ en la delegación” y “distancia entre el ITAM y la delegación”. Cabe mencionar que en este análisis, para contar con más datos, se utilizó la información de todos los alumnos inscritos en el ITAM (sin importar su carrera) que son del Distrito Federal (se excluyó del análisis sólo a los alumnos que provienen de Estados del interior de la República). La diferencia promedio entre los valores porcentuales del número de alumnos por delegación si consideramos a todo el ITAM y si consideramos únicamente a los alumnos de Ingeniería es de sólo 0.8%.

La ecuación para el modelo planteado queda como se muestra a continuación:

$$N_i = a + b_1 * PABC_i + b_2 * D_i$$

Donde:

N_i = Número de alumnos inscritos al ITAM provenientes de la delegación i .

$PABC_i$ = Suma de la población con nivel socioeconómico tipo A/B y C+ de la delegación i .

D_i = Distancia en kilómetros entre el ITAM y el centro de la delegación i .

Al estimar los parámetros de la regresión se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la regresión múltiple

Coefficiente de correlación múltiple, r	0.78777264
Observaciones	16

De acuerdo al valor del coeficiente de correlación múltiple, $r = 0.79$, se puede decir que las variables $PABC_i$ (“Suma de la población con nivel socioeconómico tipo AB y C+ de la delegación i ”) y D_i (“Distancia entre el ITAM y el centro de la delegación i ”) se encuentran asociadas fuertemente con la variable dependiente, “Número de alumnos inscritos provenientes de la delegación i ”. Por otro lado, de acuerdo al coeficiente de determinación, r^2 , podemos decir que aproximadamente el 62% de las inscripciones pueden ser explicadas por el nivel socioeconómico y la distancia entre el ITAM y el centro de la delegación.

La ecuación de regresión múltiple estimada se muestra a continuación:

$$N_i = 198.13 + 0.0014 * PABC_i + -11.57 * D_i$$

Conclusiones

La distribución espacial de los alumnos de Ingeniería del ITAM no es homogénea en la Ciudad México. Los resultados obtenidos por delegación sugieren que esta distribución puede explicarse, al menos parcialmente, por una hipótesis de localidad, que establece que las universidades atraen más alumnos de delegaciones cercanas a ellas, y por el nivel socioeconómico que se necesita para pagar las colegiaturas de una universidad privada. El prestigio público del ITAM y de sus programas (Reforma 2006; El Universal 2007), así como los programas de ayuda financiera que ofrece, pueden ser factores que expliquen el resto de la variabilidad en el número de alumnos inscritos. Los resultados obtenidos en este estudio exploratorio pueden ser utilizados para decidir, por ejemplo, aumentar los esfuerzos de promoción en ciertas delegaciones y difundir de manera más agresiva el extenso programa de becas y préstamos con que cuenta el ITAM.

La granularidad del estudio, por delegaciones, puede ser mejorada si se analizan ahora los datos a nivel de cada código postal. Esto disminuirá la variabilidad en el nivel socioeconómico al disminuir el área geográfica a considerar y aumentará la precisión del análisis al poder considerar más datos. También es necesario incorporar al estudio el análisis de otros factores que podrían explicar aun más la distribución no homogénea de alumnos, como la ubicación de universidades que son competencia para el ITAM o el medio y el tiempo de traslado hasta el Instituto.

Referencias

- Barrera, A. "Proyecto de Impulso Estratégico para la Ingeniería en Computación del ITAM", Tesis de la Maestría en Tecnologías de Información y Administración, ITAM, Mayo 2000.
- Buró de Investigaciones de Mercado, Mapa Mercadológico de la Ciudad de México, México, 2004.
- Consejo Nacional de Población, *Escenarios Demográficos y Urbanos de la Zona Metropolitana del Valle de México* [en línea]. <<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/2003/04.pdf>> [Consulta: 25 febrero 2007].
- Christie, R. M., and Ferris, M. Spatial Analysis for Enrollment Planning in Higher Education, ESRI International User Conference, 2004 [en línea]. <<http://gis2.esri.com/library/userconf/educ04/papers/pap5072.pdf>> [Consulta: 27 febrero 2007].
- El Universal, "Mejores Universidades 07 – Guía de Universidades y Programas de Licenciatura", 16 de abril de 2007 (Suplemento especial).
- Greene, R. P., and Pick, J. B. Exploring the Urban Community: A GIS Approach, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2006.
- Herries, J., and Marble, D. F. A Model for the Use of GIS Technology in College and University Admissions Planning, ESRI International User Conference, 1997 [en línea]. <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc97/proc97/to250/pap218/p218.htm>> [Consulta: 27 febrero 2007].
- Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, Sistema Municipal de Base de Datos [en línea]. <<http://sc.inegi.gob.mx/simbad/>> [Consulta: 03 febrero 2007].
- Marble, D. F., Mora, V. J., and Herries, J. P. Applying GIS Technology to the Freshman Admissions Process at a Large University, ESRI International User Conference, 1995 [en línea]. <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc95/to200/p182.html>> [Consulta: 27 febrero 2007].
- Marble, D. F., Mora, V. J., and Granados, M. Applying GIS Technology and Geodemographics to College and University Admissions Planning: Some Results from the Ohio State University, ESRI International User Conference, 1997 [en línea]. <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc97/proc97/to550/pap501/p501.htm>> [Consulta: 27 febrero 2007].
- Martin, R. N. The Shrinking Student Pool and Higher Education: An Example from Pennsylvania, ESRI International User Conference, 2000 [en línea]. <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc00/professional/papers/PAP322/p322.htm>> [Consulta: 27 febrero 2007].
- Martin, R. N. Identifying Target Enrollment Areas to Improve Diversity, ESRI International User Conference, 2001 [en línea]. <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap445/p445.htm>> [Consulta: 27 febrero 2007].

- Martin, R. Identifying Target Enrollment Areas to Improve Diversity, Part 2, ESRI International User Conference, 2002 [en línea]. < <http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap0618/p0618.htm>> [Consulta: 27 febrero 2007].
- Pick, J. B. Geographic Information Systems in Business, Hershey, PA: Idea Group Publishing, 2005.
- Price, A. GIS and Undergraduate Engineering Recruitment: An Exploratory Study at DeVry University, Pomona. ASEE Annual Conference and Exposition, 2004, Salt Lake City, Utah.
- Reforma, “Las Mejores Universidades 2006-2007”, Agosto 2006 (Suplemento Universitarios).
- Reilly, W. “The Law of Retail Gravitation”, The American Journal of Sociology, pp. 826-828, Vol. 37, No. 5, March, 1932.
- Rushton, G., Armstrong, M. P., and Lolonis, P. “Small Area Student Enrollment Projections Based on a Modifiable Spatial Filter”, Socio-Economic Planning Sciences, Vol. 29, No. 3, pp. 169-185, 1995.
- Zhou, Y., and Wu, J. Modeling University Enrollments with ArcGIS, ESRI International User Conference, 2005 [en línea]. <<http://gis2.esri.com/library/userconf/educ05/papers/pap1262.pdf>> [Consulta: 10 febrero 2007].